

肿柄菊农用价值研究综述

魏晓丽, 王占娣

(玉溪师范学院化学生物与环境学院, 云南 玉溪 653100)

摘要: 肿柄菊是一种外来入侵植物, 它较强的扩散速度和入侵能力, 给生态环境造成了一定的破坏, 但也具有很高的农用价值。综述了肿柄菊杀虫活性、化感作用和有机肥料方面的研究进展, 可为肿柄菊的研究和开发提供参考。

关键词: 肿柄菊; 提取液; 杂草; 化感作用

中图分类号: S451 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)11-0073-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.11.018

Review on Agricultural Value of *Tithonia diversifolia*

WEI Xiaoli, WANG Zhandi

(College of Chemistry, Biology and Environment, Yuxi Normal University, Yuxi Yunnan 653100, China)

Abstract: *Tithonia diversifolia* is an invasive alien plant. It has strong diffusion speed and invasive ability, causing certain damage to the ecological environment, but it also has high agricultural value. In this paper, the research progress on insecticidal activity, allelopathy and organic fertilizer of *Tithonia diversifolia* was reviewed, which could provide reference for the research and development of *Tithonia diversifolia*.

Key words: *Tithonia diversifolia*; Extract solution; Weeds; Allelopathy

肿柄菊(*Tithonia diversifolia* A. Gray)为菊科肿柄菊属植物, 又称为金光菊、树菊等, 多年生半灌木状草木, 根系发达, 茎粗壮, 繁殖力强, 能在各类土壤生长^[1-2]。其基部多分枝形成群丛状, 每个群丛分枝多达上百枝, 主干枝粗度一般为 2~5 cm, 植物

收稿日期: 2019-08-10

基金项目: 云南省地方本科高校基础研究联合专项“入侵植物肿柄菊提取物中活性成分药肥一体化研究”(2018FH001-038)。

作者简介: 魏晓丽(1998—), 女, 福建平潭人, 本科生。Email: 1549352782@qq.com。

通信作者: 王占娣(1981—), 女, 河北任丘人, 讲师, 博士, 主要从事昆虫化学生态学和资源昆虫研究工作。联系电话: (0)15559882815。

- [8] 薛道信, 张恒嘉, 巴玉春, 等. 调亏灌溉对荒漠绿洲膜下滴灌马铃薯生长、产量及水分利用的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(7): 109-116; 132.
- [9] 康跃虎, 王凤新, 刘士平, 等. 滴灌调控土壤水分对马铃薯生长的影响[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 66-72.
- [10] 王凤新, 康跃虎, 刘士平. 滴灌条件下马铃薯耗水规律及需水量的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 9-15.
- [11] WANG X, KANG Y H, LIU S P. Effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China Plain [J]. Agricultural Water Management, 2006, 79: 248-264.
- [12] 江俊燕, 汪有科. 不同灌水量和灌水周期对滴灌马铃薯生长及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(2): 121-125.

(本文责编: 郑立龙)

体一般高度为 2~5 m^[3]。叶卵形、卵状三角形或接近圆形,长 7~20 cm,3~5 深裂,头状花序大,宽 5~20 cm,筒状花为黄色^[4]。20 世纪 40 年代,肿柄菊作为观赏植物被引种到广东、云南,现已逸散到广东、广西、云南及台湾地区,福州、莆田、泉州、厦门等地也有栽培^[5]。在云南地区,肿柄菊分布范围覆盖 12 市地州 71 个县(区),扩散面积达 184.212 km²,占云南土地面积的 47%^[3],其与周边植物竞争生态位,破坏入侵地的生态系统和群落。

调查表明,在肿柄菊群落内与其伴生的植物多为一些适应性强和分布范围广的一、二年生或多年生杂草,这些杂草仅占地上总生物量的 3.2%~6.4%,而一些基本农作物,如水稻、玉米、高粱和豇豆等很难在肿柄菊附近生存。因此,肿柄菊的存在对农作物生产造成了不良影响^[5-8],同时肿柄菊密集的根茎部分为鼠类等农业害虫提供了躲避的场所,加重了鼠类对农作物的危害。

肿柄菊虽然是一种入侵非常严重的杂草,但现代研究发现,肿柄菊具有很高的农用价值,在杀虫、化感作用和有机肥料方面具有较大的应用前景。

1 杀虫活性

肿柄菊对昆虫的作用方式主要为胃毒、触杀、熏蒸和调节昆虫行为。据报道,肿柄菊提取液对月季长管蚜(*Macrosiphum rosirvorum* Zhang)^[1]和豇豆蚜(*Aphis craccivora*)^[2]具有胃毒作用,对果蝇(*Drosophila melanogaster*)具有胃毒、触杀、熏蒸和趋避作用^[3]。除此之外,肿柄菊与豆科植物共生时降低豆科类植物昆虫的丰富度,其叶、花低挥发性化合物对切叶蚁(*Atta and Acromyrmex*)、果蝇(*Drosophilidae*)、具尾扇头蜱(*Rhipicephalus appendiculatus*)、蚊类昆虫(*Anopheles gambiae*, *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*)、蚜虫(*Aphis fabae*)、蜜蜂(*Apis*)具有明显的拒食和趋避活性,对鞘翅目昆虫四纹

豆象(*Callosobruchus maculatus*)雌虫具有产卵抑制作用^[9-10]。

2 肿柄菊的化感作用

2.1 对农作物的化感作用

据研究,肿柄菊提取物对水稻(*Oryza sativa* L.)、小麦(*Triticum aestivum* L.)、玉米(*Zea mays* L.)、绿豆 [*Vigna radiata* (Linn.) Wilczek.]、豌豆 (*Pisum sativum* L.)、油菜、黄瓜(*Cucumis sativus* L.)、蝶豆(*Clitoria ternatea* L.)和萝卜(*Raphanus sativus* L.)等作物的萌发具有较强的化感作用^[8,10-14]。

化感作用的强弱通常用萌发率、胚根和胚轴长等作为评价指标。提取溶剂、提取部位和给药浓度是导致肿柄菊化感作用差异的主要因素。杨海艳等^[15]研究表明,采用蒸馏水试剂得到的肿柄菊提取物抑制水稻种子萌发的作用强度为叶>花序>茎,对绿豆种子萌发和幼苗生长的化感作用强度为叶>花序>茎。梁晓华等^[16]研究表明,肿柄菊蒸馏水溶剂提取物抑制玉米生长的活性强度为根>叶>茎。

不同给药浓度对同一作物的作用效果差异主要体现在其抑制生长的因子不同。杨海艳等^[15]研究发现,浓度在 1.0%~3.0%范围内,肿柄菊叶和花提取物对水稻种子萌发具有明显的作用效果,浓度为 3.0%时,肿柄菊提取物对水稻种子胚轴和胚根具有明显的作用,表明肿柄菊叶、花提取物对水稻种子发芽率具有明显的作用效果。肿柄菊对豆类作物的化感作用表现为抑制和促进双重效果。杨海艳等^[15]研究表明,肿柄菊茎的水提液抑制绿豆种子萌发和胚轴生长,而促进根生长,随着水提液浓度的升高,抑制强度也随着增强。范丽娜等^[11]研究表明,低浓度(6.25 g/L)时,肿柄菊地上部分提取物促进豌豆根生长,浓度 ≥ 25 g/L 时,则抑制豌豆根生长,肿柄菊提取物浓度对豌豆种子萌发和幼苗生长的化感作用强度为 100.0 g/L > 50.0 g/L > 25.0 g/L > 12.5 g/L > 6.5 g/L。不同

作物对肿柄菊化感作用的敏感度不同,如肿柄菊提取物浓度低于6.25 g/L时促进萝卜的生长,提取物浓度 ≥ 25 g/L时抑制萝卜的萌发率,在相同条件下,萝卜对肿柄菊的化感作用最为明显,豌豆不明显^[11]。综上所述,在田间,肿柄菊与作物竞争生态位和营养元素,严重影响作物的萌发和生长,是一种危害较广泛的入侵杂草。

2.2 对杂草的化感作用

研究证明,肿柄菊对稗草 [*Echinochloa crusgalli*(L.) Beauv.]、黑麦草 (*Lolium perenne* L.)、高羊茅 (*Festuca elata* Keng ex E. Alexeev)、高丹草、巴西含羞草 (*Mimosa invisa*)、含羞草 (*Mimosa pudica* L.)、三叶鬼针草 (*Bidens pilosa* L.)、鳢肠 (*Eclipta prostrata*) 和假臭草 [*Praxelis clematidea* (Griseb) R.M. King & H. Rob.] 等杂草具有化感作用。其水提液对高丹草的化感作用最强,化感浓度为0.1 g/mL,化感指数为-52.2%^[14],其次为三叶鬼针草^[6]。肿柄菊挥发油对假臭草、含羞草和三叶鬼针草具有明显的抑制作用,其抑制活性为巴西含羞草>三叶鬼针草>假臭草^[10]。肿柄菊不同部位提取物对稗草的抑制效果不同,对稗草萌发和幼苗生长的化感作用强度为叶>茎叶>茎^[13]。可见,肿柄菊对禾本科和阔叶科杂草具有明显的抑制作用,可用于除草剂的开发。

2.3 对微生物的化感作用

肿柄菊提取物对燕麦镰刀菌 (*Fusarium avenaceum*)、番茄早疫病菌 (*Alternaria solani*)、

梨黑星病菌 (*Venturia pirina*)、烟草赤星病菌 (*Alternaria alternata*)、蚕豆基腐病菌 (*Fusarium avenaceum*)、魔芋软腐病菌 (*Rhizopus stolonifer*) 和茶叶轮斑病菌 (*Pestalotiopsis theae*) 等7种植物病原菌有抑制作用。其中番茄早疫病菌和烟草赤星病菌属半知菌亚门,梨黑星病菌属子囊菌亚门,魔芋软腐病菌属胡萝卜软腐欧文氏菌。不同溶剂的提取物抑菌效果不同,乙酸乙酯提取物抑菌作用>乙醇提取物抑菌作用>石油醚提取物抑菌作用^[17]。

2.4 化感活性成分

肿柄菊化感物质的提取方法通常有浸渍法、水提法、煎煮法、有机提取法、热回流法等,提取试剂通常为有机溶剂,采用色谱法、追踪法和薄层层析法鉴定这些提取物,发现其主要化学成分为倍半萜、酯类、醇类等活性成分(表1)。李晓霞等^[18]把肿柄菊风干,用95%乙醇回流3次合并提取物,减压浓缩得粗浸膏,浸膏用氯仿萃取,得到肿柄菊地上部分氯仿萃取相,鉴定出肿柄菊含有豆甾醇、十六酸乙酯、新植二烯、 β -榄香烯。王丽^[19]把肿柄菊地上部分干物质粉末30.7 kg,用95%乙醇浸提3次,过滤、减压回收乙醇至无醇味,得到初始浸膏。将浸膏溶于蒸馏水,水悬浮液分别依次用石油醚、氯仿、乙酸乙酯和正丁醇萃取3次,合并各溶剂的萃取液,减压浓缩得到稠浸膏石油醚部分、氯仿部分、乙酸乙酯部分、正丁醇部分和水,通过分析化合物的理化性质,利用

表1 肿柄菊的提取及化学成分

提取部位	提取试剂	主要化学成分
地上部	乙醇、氯仿	豆甾醇、十六酸乙酯、新植二烯、 β -榄香烯 ^[13]
	乙醇、石油醚、氯仿、乙酸乙酯和正丁醇	肿柄菊内酯A ^[19]
	乙醇、石油醚、水饱和正丁醇和乙酸乙酯	香草醇、麦角甾醇、过氧化麦角甾醇、3-甲氧基-4-羟基肉桂醛、13-羟基泽兰烯、二十二烷酸单甘油酯 ^[20]
根部	乙酸乙酯	1-乙基-3-甲基苯顺- β -金合欢烯、十六烷、邻苯二甲酸异丁酯 ^[21]
叶片	乙酸乙酯	1-辛烯-3-醇、香桉烯、1,2,4-三甲基苯、顺-松油醇、 β -石竹烯 ^[20]

波谱学手段鉴定其化学成分为肿柄菊内酯 A。张崇禧等^[20]用肿柄菊地上部分 22 kg, 用 80%乙醇提取, 合并乙醇提取液, 减压浓缩得到提取物。将提取物悬浮于水中, 依次用等体积的石油醚、乙酸乙酯和水饱和的正丁醇进行萃取, 萃取液减压浓缩得到石油醚部分、乙酸乙酯部分和正丁醇部分, 再采用凝胶柱层析、MCI 柱层析等方法进行成分分离, 应用质谱、核磁等方法进行成分分析, 鉴定出肿柄菊含有酯类。杨明挚等^[21]把洗干净的肿柄菊根系加入乙酸乙酯, 萃取过夜, 吸取乙酸乙酯层液体并用滤纸过滤, 再吸取萃取液于三角瓶中, 在室温中浓缩, 用浓缩液来鉴定其成分, 鉴定出肿柄菊含有 1-乙基-3-甲基苯顺-β-金合欢烯、十六烷、邻苯二甲酸异丁酯。再取 10 g 肿柄菊新鲜完整的叶片于干净的 200 mL 烧杯中, 快速加入乙酸乙酯不断晃动进行萃取, 取出萃取液并过滤, 再浓缩至 2 mL 进行鉴定, 得出肿柄菊的化学成分为 1-辛烯-3-醇、香桉烯、1, 2, 4-三甲基苯、顺-松油醇、β-石竹烯。

3 肿柄菊有机肥料

肿柄菊除了对杂草和农作物具有明显的化感作用外, 对土壤还具有增肥作用。研究发现, 肿柄菊在贫瘠的土壤中可以提高土壤中 Ca、Mg、K、P、K、N 等物质的含量, 降低土壤对 P 元素吸附的物质, 增加土壤中微生物含量, 改变土壤性状(如 Al³⁺ 浓度、土壤酸度和 Ca²⁺ 含量等), 提高作物产量^[22-26]。虽然目前肿柄菊有机肥料的研究仅限于初级阶段, 但科学家对肿柄菊有机肥开发利用方面的知识产权非常重视, 自 2009 年至今, 国家知识产权局公开的以肿柄菊为原料的有机肥料发明专利近 10 个^[27-35]。由此可知, 肿柄菊有机肥料的研究前景比较广阔。

4 前景展望

作为一种外来入侵植物, 肿柄菊对农作物、生态环境造成较为严重的危害, 到目前

为止, 对其防治多采取喷施农药的措施。但其为灌木类多年植物, 防治效果不理想。对肿柄菊化感作用的研究, 不仅能够掌握肿柄菊对作物的危害程度, 还可以利用肿柄菊对杂草生长的抑制作用开发肿柄菊除草活性物质, 为寻找植物源性除草剂的开发和利用提供先导化合物, 将肿柄菊变废为宝。因此, 肿柄菊在作为外来植物对生态环境有着较大影响的同时, 它所具有的发展潜力也不可忽视。

参考文献:

- [1] 罗 瑛, 刘 壮, 赵君华, 等. 肿柄菊的矿物质元素分析及评价[J]. 热带农业工程, 2009, 33(3): 36-39.
- [2] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴: 第四册[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 492.
- [3] 王四海, 孙卫邦, 成 晓. 逃逸外来植物肿柄菊在云南的生长繁殖特性、地理分布及群落特征[J]. 生态学报, 2004, 24(3): 444-449.
- [4] 陶 川. 警惕肿柄菊在普洱境内的危害[J]. 思茅师范高等专科学校学报, 2008, 24(3): 1-3.
- [5] 崔清国, 彭 华, 李仁强, 等. 生境类型对入侵植物肿柄菊(*Tithonia diversifolia*)种群和个体水平特征的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4671-4677.
- [6] 田学军, 沈云玫, 陶宏征, 等. 入侵植物肿柄菊对三叶鬼针草的化感作用[J]. 生态环境学报, 2015, 24(7): 1128-1131.
- [7] 徐成东, 杨 雪, 陆树刚. 中国外来入侵植物肿柄菊[J]. 广西植物, 2007, 27(4): 564-569.
- [8] 朱 枫, 王四海, 陈 剑, 等. 外来入侵植物肿柄菊在云南的分布特征及其影响因素[J]. 生态学杂志, 2018, 37(9): 2573-2580.
- [9] 刘 琦, 杨美林, 秦小萍, 等. 肿柄菊粗提取物对果蝇胃毒、驱避、触杀、蒸熏效果的研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(33): 253-256.
- [10] 李晓霞, 沈奕德, 范志伟, 等. 肿柄菊挥发油的化学成分分析及化感作用[J]. 广西植物, 2013, 33(6): 878-882

- [11] 范丽娜, 孙东玲, 秦小萍, 等. 肿柄菊水浸提液对3种作物的化感作用研究[J]. 杂草科学, 2013, 31(2): 26-30.
- [12] 王丽, 范志伟, 沈奕德, 等. 肿柄菊茎叶提取物除草活性的研究[J]. 热带作物学报, 2012, 33(5): 919-923.
- [13] 王丽, 范志伟, 李晓霞, 等. 肿柄菊对鳢肠、稗草及水稻的化感作用研究 [C]//中国植物保护学会植物化感作用专业委员会. 中国第五届植物化感作用学术研讨会论文摘要集. 辽宁: 出版社不详, 2011: 1.
- [14] 李军, 王瑞龙. 入侵植物肿柄菊叶片凋落物化感潜力的研究[J]. 生态科学, 2015, 34(6): 100-104.
- [15] 杨海艳, 罗中泽, 李桂花, 等. 肿柄菊对绿豆和水稻种子的化感作用[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(13): 7576-7578.
- [16] 梁晓华, 李璐, 王波, 等. 肿柄菊水浸液对五种植物的化感作用[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(1): 99-103.
- [17] 郝妮娜, 杨美林, 秦小萍, 等. 肿柄菊提取物对7种植物病原菌的抑菌作用[J]. 中国农学通报, 2011, 27(21): 272-275.
- [18] 李晓霞, 范志伟, 沈奕德, 等. 肿柄菊氯仿萃取相化学成分分析及植物毒性[J]. 热带作物学报, 2012, 33(8): 1500-1504.
- [19] 王丽. 肿柄菊除草活性物质的生物测定及分离鉴定[D]. 海南: 海南大学环境与植物保护学院, 2012: 45-54.
- [20] 张崇禧, 吴志军, 李霞, 等. 肿柄菊乙酸乙酯部位的化学成分[J]. 第二军医大学学报, 2010, 31(2): 189-192.
- [21] 杨明攀, 张婷, 杨晨, 等. 云南3种菊科入侵植物根际土壤叶面挥发性成分差异分析[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2009, 31(2): 489-496.
- [22] JAMA B, PALM C A, BURESH R J, et al. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review[J]. *Agroforestry Systems*, 2000, 4(2): 201-221.
- [23] MUKURALINDA A, TENYWA J S, VERCHOT L, et al. Phosphorus uptake and maize response to organic and inorganic fertilizer inputs in Rubona, Southern province of Rwanda [J]. *Agroforestry Systems*, 2010, 80(2): 211.
- [24] BASAMBA T A, BARRIOS E, SINGH B R, et al. Impact of planted fallows and a crop rotation on nitrogen mineralization and phosphorus and organic matter fractions on a Colombian volcanic-ashsoil[J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystem*, 2007, 77(2): 127-141.
- [25] JAYNE M, MONICAH M, DANIEL M, et al. Adoption potential of selected organic resources for improving soil fertility in the central highlands of Kenya[J]. *Agroforestry Systems*, 2009, 76(2): 467-485.
- [26] IKERRA S, SEMU E, MREMA J. Combing *Tithonia diversifolia* and minjingu phosphate rock for improvement of P availability and maize yields on a chromic acrisol in Morogoro, Tanzania[J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystem*, 2006, 76(2-3): 249-260.
- [27] 吴苗. 一种有机肥料: CN 107417459[P]. 2017-12-01.
- [28] 陈树全, 张玉树, 苏火贵, 等. 降低茶树病害的环保肥料: CN108752114[P]. 2018-11-06.
- [29] 田欢, 周瑛, 刘文涛. 一种新型组合式有机肥: CN107556115[P]. 2018-01-09.
- [30] 田欢, 周瑛, 刘文涛. 一种新型有机追肥的制作方法: CN 107500919[P]. 2017-12-22.
- [31] 王仕辉. 一种桃树种植用肥料配方: CN 106348890[P]. 2017-01-25.
- [32] 邓业成. 一种防治沙田柚溃疡病肥料及其制备方法: CN 106336310[P]. 2017-01-18.
- [33] 胡伟东. 一种甜瓜专用化肥及其制备方法: CN 104291992[P]. 2015-01-21.
- [34] 刘友德. 一种桃树专用肥及其制备方法: CN 103992166[P]. 2014-08-20.
- [35] 公维昌, 刘艳红, 陈亚青, 等. 肿柄菊修复镉污染土壤中的应用: CN 106964645[P]. 2017-07-21.

(本文责编: 郑丹丹)